

연구논문

공동주택에서의 소음보정계수에 관한 연구

이내현* · 선우영* · 박영민** · 박선환*** · 조일형****

건국대학교*, 한국환경정책평가연구원**, 도화종합기술공사***, 경기지방공사****

(2005년 6월 7일 접수, 2005년 9월 15일 승인)

A Study on the Noise Correction Factor in Apartment Complex

Nae Hyun Lee* · Young Sunwoo* · Young Min Park · Sun Hwan Park*** · Il-Hyoung Cho******

Konkuk University*, Korea Environment Institute**, Dohwa Consulting Engineers CO.,LTD***,
Gyeonggi Innovation Corporation****

(Manuscript received 7 June 2005; accepted 15 September 2005)

Abstract

Road traffic noise has increasing broader effects on urban areas as well as rural areas because of rapidly increasing traffic volume and newly-constructed roads. 10 sites in building development areas were selected and the noise level were measured by the apartment floors and by the various block plans of apartment complex.

Analysis result, about correction factor, in the case of right angle arrangement, apply - 2.5dB(A). In the case of apartment house correlation of each floor apply 1st floors 0dB(A), 2st floors 1.2dB(A), 3st floors 2.1dB(A), 4st floors 2.6dB(A), 5st floors 2.7dB(A), 6st floors 2.7dB(A), 7st floors 2.4dB(A), 8st floors 2.0dB(A), 9st floors 1.6dB(A), 10st floors 1.1dB(A), 13st floors 0.2dB(A), 15st floors 0.5dB(A). The level of road traffic noise in the arrangement construction of right angle was about 3.0dB(A) at N-4 point and 2.1dB(A) at N-6 point lower than that of a plan figure, respectively. The results suggested that application of correction coefficient obtained by the apartment floor and by the arrangement construction can be improved in road traffic noise. The results suggested that application of correction coefficient obtained by the apartment floor and by the arrangement construction can be improved in road traffic noise.

Key words : Road Traffic Noise, Sound Intensity, FHWA (Federal Highway Administration)

1. 서론

우리나라는 산업발달로 인해 경제성장은 이룩하였으나 인구의 도시집중과 경제발전예 따른 교통량의 급격한 증대로 인한 여러 가지 환경공해로 인한 사회적 문제를 야기하고 있다.

특히, 물류수송 및 개인생활에 필요한 자동차 등의 급격한 증가와 각종 도로정비 및 개설에 따라 도로교통소음은 상공업지역은 물론 주거지역까지 교통소음 영향권에 있다. 또한 1993년의 소음측정결과에 의하면 서울을 포함한 대도시의 전체 측정 지역중 57%이상이 환경기준을 초과하는 것으로 나타나 우리나라는 다른나라 보다도 소음공해가 심각한 실정이다¹⁾.

이러한 소음공해는 건강에 미치는 장기적인 영향(청력저하)외에도 불쾌감, 회화방해, 작업능률 저하, 수면방해 등 심리적, 정신적, 신체적 영향으로 인한 생활상의 불편 때문에 가장 직접적으로 감지되는 공해문제 중의 하나며, “중앙환경분쟁조정위원회”(환경부, 1999)에 의하면 '91년에서 '99년까지 조정신청한 총 334건의 사건중 대기분야 12%, 수질분야 8%, 소음 진동분야가 76%로서 대부분을 차지하고 있는 것으로 나타나고 있고, 이러한 추세는 앞으로도 계속 될 것이다²⁾.

따라서 도로교통소음에 대한 저감방안 및 방지대책 등의 수립이 필요하며, 그에 앞서 교통소음 예측모델에 의한 소음예측이 선행되어야 한다. 그러나 교통소음 예측모델의 신뢰성 저하로 인하여 환경영향평가시나 도시계획시 많은 문제점이 제기되고 있다.

도로교통소음은 도로폭, 노면성상, 노면포장상태, 도로구배 등과 같은 도로특성, 자동차속도, 차중구성, 화물적재량, 교통량 등과 같은 교통특성, 도로변의 건물배치, 건물의 폭, 건물높이, 가로수 식재상태 등과 같은 도로변 특성, 온도, 습도, 바람 등과 같은 기상특성, 지표면의 상태에 따른 지표면 특성이 각각 다른 여러 요인을 갖고 있기 때문에 도로교통소음을 일률적으로 적용할 예측모델 개발이 용이한 일이 아

니다³⁾.

우리나라는 현재까지 소음예측 관련분야의 연구가 미비하고, 특히 단지내의 도로 및 택지내 부지의 도로 등에서 발생하는 도로교통소음 예측시 공동주택에서 적용 가능한 소음보정 방법 등에 관한 연구는 거의 전무한 실정이다.

이에 본 연구에서는 단지내 공동주택에서 실측한 각 층별 소음도와 주택배치에 따른 소음도를 분석·검토하여 환경친화적인 단지계획을 지향하고, 쾌적한 주거단지 조성을 위한 기초자료 제공으로 연구의 목적을 삼았다⁴⁾.

II. 현장측정

1. 조사지점 선정

공동주택내 도로교통소음 예측을 위한 기초자료 및 검증자료 확보를 위하여 각 측정지구별 주 야간 층별 소음도, 공동주택 배치형태(평형배치, 직각배치)에 따른 층별소음도 등의 측정이 용이한 지구를 Table 1과 같이 선정하였으며, 현지답사와 도면검토를 수행하여 본 연구목적에 적합한 안양시 평촌지구, 고양시 일산지구를 측정지점으로 선정하였다.

2. 조사일시 및 방법

1) 조사일시

측정일시는 날씨가 맑고 바람의 영향이 적다고 판단된 날짜를 선택하여 단지내 도로교통소음에 대한 현황을 파악하기 위해 2002년 2월부터 2002년 3월 까지 주간(06:00~22:00)과 야간(22:00~06:00)으로 나누어 단지내 도로교통소음을 1시간 연속으로 측정하였다.

- 1차조사 : 2002년 2월 15일 ~ 3월 11일
- 2차조사 : 2002년 3월 13일 ~ 3월 30일

2) 조사방법

공동주택의 특성을 고려하여 공동주택 층별, 아파

Table 1. Subject of survey

Site	Code No.	Measuring Site	Arrangement Type		Noise Barrier		Reflection
			Parallel	Right Angle	Existence	High(m)	Existence
pyeong-chon	N-1	셋별한양APT 208동	○		무	-	무
	N-2	셋별한양APT 208동					무
	N-3	코오롱APT 709동	○		무	-	무
	N-4	부영APT 311동		○	무	-	무
	N-5	부영APT 709동	○		무	-	무
Ilsan	N-6	현대(후곡)APT 1803동		○	무	-	무
	N-7	백송APT 602동	○		무	-	무
	N-8	주공(후곡)APT 1210동	○		무	-	무
	N-9	우성APT 105동	○		무	-	무
	N-10	주공APT 704동	○		무	-	무

트 배치형태(평면배치, 직각배치)을 고려하여 암소음이 주행차량 소음보다 10dB(A) 이상 적은 곳을 선정하여 주행하는 통과차량의 Leq(1hr)을 측정하였다. 한편, 본 연구에 사용된 소음기의 측정기준은 CR : 812A로서 Cirrus에서 제조된 Tapy2의 광대역(Broad band)에서 사용되는 소음기이다. 이 소음기에서 등가소음도의 값은 5분간 측정을 원칙으로 하며, 1초안에 252,000개의 data를 1초간의 짧은 등가소음도로 저장되며, 본 연구에서는 1hr 연속하여 등가소음레벨을 측정하였다.

3. 조사내용

본 연구의 조사내용은 크게 네가지로 구분된다. 첫 번째 아파트 층(1, 3, 5, 7, 10, 13, 15층)별 소음도 측정, 두 번째 이격거리(5, 10, 15, 20, 25, 30, 35m)별 소음도 측정, 세 번째 아파트 배치형태 직각배치와 평행배치에 따른 소음도 측정을 조사하였다. 또한, 현장여건 중 도로교통소음에 영향을 미치는 요인으로 아파트 배치형태, 층수, 도로단으로부터 이격거리, 도로폭, 차선수 등을 조사하였으며, 조사내용을 제시하면 Table 2와 같다.

Table 2. Contents of survey

Site	No.	Measuring Site	Distance (1)(m)	Distance (2)(m)	Roadway Width(m)	No. of Lane	No. of Floor
Pyeong-chon	N-1	셋별한양APT 208동	14.1	22.6	17	4	15층
	N-2	셋별한양APT 208동	-	-	17	4	이격거리별 측정
	N-3	코오롱 APT 709동	10.0	18.0	16	5	13층
	N-4	부영APT 311동	10.6	21.6	22	7	15층(직각배치)
	N-5	부영APT 709동	9.6	18.1	17	5	15층
Ilsan	N-6	현대(후곡)APT 1803동	28.2	43.7	31	8	10층(직각배치)
	N-7	백송APT 602동	19.4	30.4	22	6	12층
	N-8	주공(후곡)APT 1210동	19.0	29.5	21	6	15층
	N-9	우성APT 105동	13.3	21.3	16	4	10층
	N-10	주공APT 704동	22.7	30.7	16	4	10층

Notes : Distance 1 : From roadway(traveled way) edge to apartment
 : Distance 2 : From roadway(traveled way) center to apartment

4. 소음도 측정결과

1) 이격거리에 의한 소음도

N-2지점에서의 이격거리에 의한 소음도를 측정하기 위하여 반사음의 영향을 최소한으로 받는 지점을 선정하여 5m, 10m, 15m, 20m, 25m, 30m, 35m에서 소음기를 설치한 후 등가소음도(Leq)를 측정하였으며, 측정결과, 거리가 5m 증가함에 따라 소음도가 0.7~2.7dB(A) 분포로 감소하는 것으로 나타났다. 또한, 이격거리별(5~35m) 평균소음도는 5m 69.0dB(A), 10m 66.8dB(A), 15m 62.1dB(A), 20m 62.1dB(A), 25m 59.9dB(A), 30m 58.6dB(A), 35m 57.2dB(A)로 산출되었다.

분석결과, 일반적으로 주행소음도는 음원에서 거리가 2배 멀어짐에 따라 소음도는 4.5~5.2dB(A) 감소현상(도로교통소음(III), 국립환경연구원, 2000)을 보여 대체로 점음원 거리감쇠 양상을 나타내고 있으나 본 연구에서는 0.7~2.7dB(A) 감소현상을 보이므로 선음원이나 점음원 거리감쇠 양상을 보이지는 않는 것으로 나타났다. 이유로는 본 실측구간이 교통신호에 의한 단락이 발생하는 구간으로서 차량이 통과하지 않았을 때의 등가소음레벨(Leq)의 편차가 감소

되어 나타난 현상으로 추정된다.

2) 층별 소음도

층별 소음도측정의 경우 이격거리별 측정지점인 N-2지점과 직각배치 지점인 N-4, 6지점을 제외한 나머지 지점에서의 측정결과를 제시하면, 1층의 경우 전반적으로 소음도분포가 매우 큰 편차를 보이며, 그 중에서도 N-1, 3, 7지점의 분포가 매우 크게 나타났다. 이유로는 1층의 경우 지면으로부터 약 1.5m의 위치에서 측정한 값으로서 도로내 자동차의 교차 및 측정위치와 도로사이의 지반고차 등으로 인한 회절 및 굴절, 에너지량의 난입사로 인한 결과로 추정된다.

전체적으로 지점별, 층별소음도 분포를 제시하면 Fig. 2와 같이 소음도 분포는 55.3~73.4dB(A)의 분포를 보이며, 평균소음도는 Table 3과 같이 조사되었다. 한편, 최고소음도를 보이는 지점은 N-7지점이며, 7층에서 최고소음도를 보이는 것으로 나타났다. 평균 층별소음도 분포는 5층이나 7층에서 평균 69.3, 68.1dB(A)로 최고소음도를 보이는 층으로 나타났다으며, 중간층에서의 최고소음도를 나타내는 이유로는 음의 회절, 굴절, 반사음, 차선별 자동차의 교차로 인한 영향이 가장 적게 받는 것으로 추정되며,

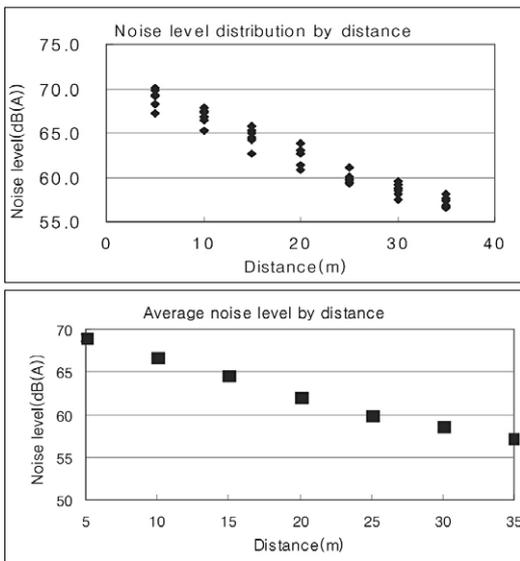


Fig. 1. Results of measurements by distance

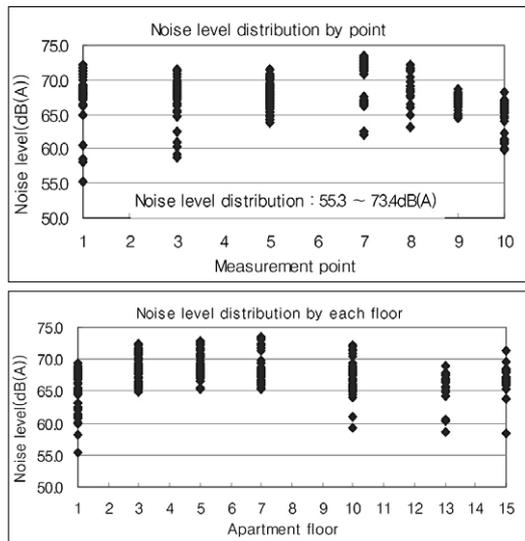


Fig. 2. The Noise level distribution by floor and point

Table 3. Average noise level by each floor

구분	1층	3층	5층	7층	10층	13층	15층
N-1	64.4	69.6	70.7	70.3	68.2	67.7	65.6
N-3	66.2	66.8	69.7	66.9	65.8	64.8	67.3
N-5	67.2	69.5	69.2	67.3	67.4	65.7	67.4
N-7	65.4	70.3	71.0	71.2	70.3	-	-
N-8	64.1	-	70.3	70.7	69.3	67.7	67.3
N-9	65.0	67.8	67.9	67.2	65.7	-	-
N-10	61.0	65.7	66.3	65.6	65.2	-	-
평균	64.9	68.4	69.3	68.1	67.4	66.2	67.1

중간층 이상부터는 층별 이격거리 감쇠의 작용으로 인하여 소음도가 약간씩 감소하는 경향이 나타낸 것으로 추정된다.

3) 공동주택 배치에 따른 소음도

공동주택 배치에 따른 소음도를 파악하기 위하여 공동주택 배치가 직각배치로 되어 있는 N-4, 6지점을 선정하여 층별로 소음 측정기를 평형과 직각방향으로 설치하여 동시측정(1hr)을 수행하였으며 결과값은 Table 4와 같으며, N-4 지점 평행방향의 소음도 분포는 63.4~72.8dB(A), 직각방향의 소음도 분포는 60.3~69.1dB(A)의 분포를 보이며, N-6 지점의 경우 평행방향의 소음도 분포는 68.4~72.4dB(A), 직각방향의 소음도 분포는 67.0~70.1dB(A)의 분포를 보이는 것으로 나타났다.

또한, N-4 지점 편차에 대한 전체 평균은 3.0dB(A), N-6 지점 편차에 대한 전체 평균은 2.1dB(A)로서 일반적으로 평행방향의 공동주택이 직각방향의 공동주택에 비하여 2.1~3.0dB(A) 높게 나타나는 것으로 조사되었다. 한편, 평행방향과 직각방향의 상관분석결과 1차 회귀식 $y = -11.135 + 1.1232x$ 이며, 상관계수(r)은 0.93로서 상관성이 매우 높은 것으로 나타났다.

Table 4. Noise level by apartment arrangement

Site	Floor	Leq(dB(A))	
		Parallel	Right Angle
N-4	1	65.6	63.5
	1	68.5	67.1
	5	66.2	60.6
	5	69.8	65.7
	5	69.6	66.0
	5	72.8	69.1
	10	65.2	60.8
	10	68.0	64.9
	10	66.8	64.6
	10	70.1	68.2
N-6	15	63.4	60.3
	15	66.6	63.9
	3	69.8	67.0
	3	72.1	69.1
	5	68.4	67.0
	5	71.2	68.6
	7	70.6	68.6
	7	72.4	69.9
	10	69.9	68.8
	10	70.6	68.5
N-6	10	70.1	69.1
	10	71.5	70.1

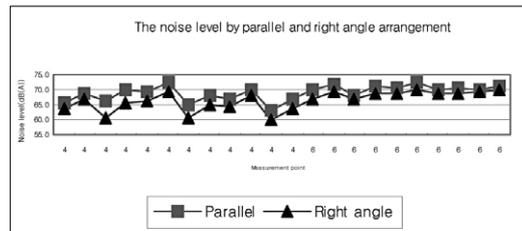


Fig. 3. The noise level distribution by parallel right angle arrangement

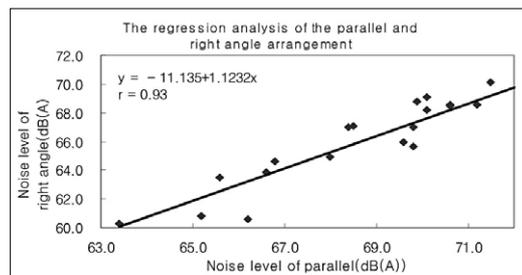


Fig. 4. Results of regression analysis

III. 결과 및 고찰

1. 공동주택 층별 보정계수

1) 층별보정계수 산정

공동주택(APT) 층별(층고)에 따른 소음도 차이(층별 보정계수)를 알아보기 위하여 각 지점별로 1층, 3층, 5층, 7층, 10층, 13층, 15층별로 동시에 1시간 연속측정한 결과를 지점별 층별로 3dB(A)의 오차범위 내에 있는 측정소음도를 선정하여 지점별 층별 평균 소음도를 산출한 결과 Table 6과 같이 나타났다. 분석결과, 5층과 7층에서 최고소음도를 보이며, 최고 소음도를 보이는 층을 기준으로 상 하로 소음이 저감되고 있는 것을 볼 수 있다.

Table 6과 Fig. 5에 제시된 바와 같이 최고소음도를 보이는 7층을 기준으로 지점별 상 하층의 소음저감을 평균하여 보정계수를 산정한 결과 1층 -5.54dB(A), 3층 -0.96dB(A), 5층 -0.38dB(A), 7층 0.00dB(A), 10

층 -1.98dB(A), 13층 -3.10dB(A), 15층 -3.45dB(A)로 나타났으며, 소음예측식을 적용하여 소음도가 산출된 경우 1층을 제외한 3층, 5층, 7층, 10층, 13층, 15층을 층별보정계수로서 적용하여야 할 것이다.

한편, 층별보정계수를 다른방법에 의하여 산출하기 위하여 층별 전체 Data를 이용하여 중위수(Median Number) 개념으로 분석을 한 결과 1층 -3.6dB(A), 3층 -0.8dB(A), 5층 0.0dB(A), 7층 -1.6dB(A), 10층 -2.0dB(A), 13층 -2.7dB(A), 15층 -1.8dB(A)로 나타났다.

Table 5. The noise level distribution by each floor and measurement point

Division	1F.	3F.	5F.	7F.	10F.	13F.	15F.
N-1	64.5	69.6	70.3	70.7	68.0	67.5	67.2
N-3	66.2	69.7	70.8	68.8	67.8	66.8	66.3
N-5	67.2	69.2	69.5	67.3	67.3	65.7	65.3
N-7	65.4	70.3	71.0	71.4	70.3	-	-
N-8	64.1	69.5	70.3	70.7	68.6	67.7	67.3
N-9	65.0	67.8	67.9	68.2	65.7	-	-
N-10	61.0	65.7	66.3	66.7	65.2	-	-

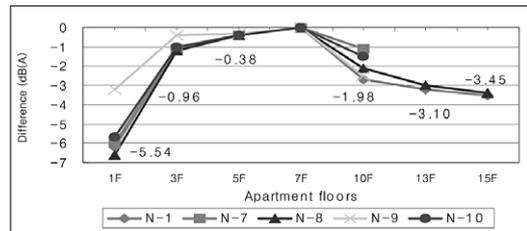


Fig. 5. Correlation factor of each floor (7floor standard)

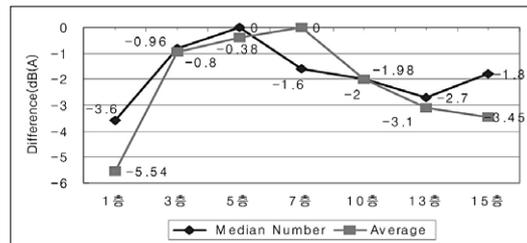


Fig. 6. Comparison of Correlation factor of each floor

Table 6. Correlation factor of each floor (7floor standard)

Division	1F.	3F.	5F.	7F.	10F.	13F.	15F.	High Noise Level dB(A)
N-1	-6.20	-1.10	-0.40	0.00	-2.70	-3.20	-3.50	70.7
N-7	-6.00	-1.10	-0.40	0.00	-1.10	-	-	71.4
N-8	-6.60	-1.20	-0.40	0.00	-2.10	-3.00	-3.40	70.7
N-9	-3.20	-0.40	-0.30	0.00	-2.50	-	-	68.2
N-10	-5.70	-1.00	-0.40	0.00	-1.50	-	-	66.7
Average	-5.54	-0.96	-0.38	0.00	-1.98	-3.10	-3.45	-

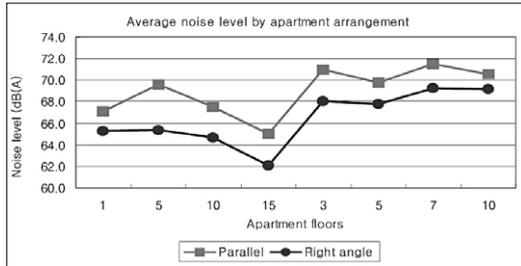


Fig. 7. The average noise level by apartment arrangement

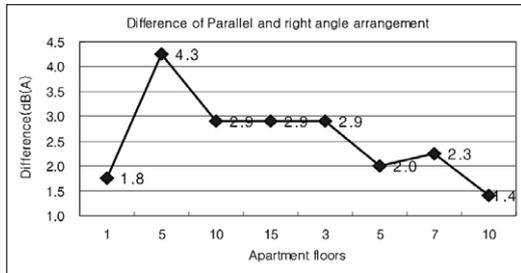


Fig. 8. The noise level difference by apartment arrangement

2. 공동주택 배치형태에 따른 보정계수산정

공동주택(APT) 배치형태에 따른 소음도 차이를 산정하기 위하여 N-4, 6 지점에 대상으로 소음기의 위치를 평행방향과 직각방향으로 설치한 후 동시에 소음도를 측정된 결과, Table 4와 같이 나타났으며, N-4 지점의 경우 직각방향의 배치가 평면배치의 소음도에 비하여 약 3.0dB(A) 저감되는 것으로 나타났고, N-6 지점의 경우 직각방향의 배치가 평면배치의 소음도에 비하여 약 2.1dB(A) 저감되는 것으로 나타났다.

따라서, 직각배치의 경우 소음도 평균 편차 2.1~3.0dB(A)의 평균치인 2.5dB(A)를 적용하며, 평면배치의 경우 0.00dB(A)를 보정하여 예측소음도를 구하여야 할 것이다.

IV. 결 론

본 연구에서는 택지개발시 공동주택에서 예측소음도를 산출하는 경우 층별 및 배치형태에 따라 소음도를 보정하여 보다 정확한 소음예측이 가능하도록

하기 위해 택지개발지구내에서 같은 지점에서 같은 시간대에 층별로 동시측정하여 층별 소음도를 측정하였으며, 평행배치와 직각배치의 소음도를 각각의 층에서 동시 측정하여 배치에 따른 소음도 차이를 측정하였다.

이번 단지내 실측결과를 바탕으로 Table 6과 같이 일반적인 층별보정계수를 산정하였으며, 각 공동주택의 층별로 보정계수를 나타내었다. 층별보정계수 산정결과 중간층인 5층, 6층에서 가장 높게 나타났으며, 이는 도로폭 전체에서 발생하는 음원이 중간층에 가장 잘 전달되기 때문으로 판단된다. 연구대상인 공동주택에서의 층별소음도 측정결과를 보면, 5~7층 사이에서 최소소음도를 보였으며, 향후 택지개발에 따른 소음예측에 따른 층별 보정계수로 Table 6의 결과가 적용될 수 있을 것으로 판단된다.

한편, 공동주택 배치형태에 따른 소음도 보정계수는 직각방향의 배치가 평면방향의 배치의 소음도에 비하여 2.1~3.0dB(A) 저감되는 것으로 나타났으며, 보정계수는 직각배치의 경우 2.5dB(A), 평면배치의 경우 0.0dB(A)로 보정계수를 적용하여 소음도를 예측하여야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

- 1) 김갑수, 이택구, 1994, “대구시 환경소음의 실태분석”, 영남대 환경연구, 13(2).
- 2) 환경부, 2001, 21세기 소음·진동 환경정책방향연구, 한국정책평가연구원.
- 3) 金安公造, 1980. 6, “道路交通騒音豫測と防止對策の効果た關する研究”.
- 4) 이내현, 2004, “공동주택내 도로교통소음 예측식 개발에 관한 연구”, 건국대학교 박사학위논문, 1-5.
- 5) 국립환경연구원, 1987, “도로교통소음 저감을 위한 종합대책에 관한 연구(I)”, 16-43.
- 6) 국립환경연구원, 1989, “도로교통소음 저감을 위한 종합대책에 관한 연구(III)”, 7-14.

- 7) 국립환경연구원, 1999, “도로교통소음(I)”, 3-24.
- 8) 한국도로공사, 1994, “고속도로 소음대책에 관한 연구”, 162-169.
- 9) Halliwell, R. E. and Quirt, J. D., 1979, Traffic Noise Prediction, Building Research Note 147, National Research Council of Canada, Division of Building Research, Ottawa.
- 10) Jung, F. W., 1982, Traffic Noise Barrier Design for Sound Transmission Report AE-81-01, Research and Development Branch, Ministry of Transportation and Communications, Ontario.
- 11) Kinsler, L. E., Frey, A. E., Coppens, A. B., and anders, J. V., 1980, Fundamentals of Acoustics, John Wiley & Sons, Inc.
- 12) R. B. Randal, B. Tech., and B. A., 1987, Frequency Analysis, B & K.
- 13) J. R. Hassel and K. Zaveri, 1988, Acoustic Noise Measurements, B & K.
- 14) H. W. Lord, W. S. Gatley, and H. A. Evenson, 1980, Noise Control for Engineers, McGraw-Hill.
- 15) Richard H. Lyon, 1973, Transportation Noise, Grozier Publishing.